

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 58114428 A

(43) Date of publication of application: 07.07.83

(51) Int. Cl

H01L 21/30

H01L 21/302

(21) Application number: 56210335

(71) Applicant: NEC CORP

(22) Date of filing: 28.12.81

(72) Inventor: OKADA KOICHI
TSUGE HISANAO

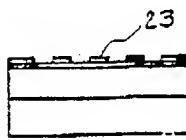
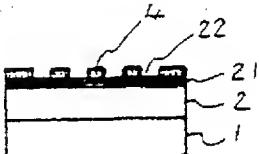
(54) FINE PATTERN FORMATION

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a fine pattern by a method wherein, after the first layer organic film, the first layer metallic film, the second layer metallic film, and the second layer organic film are laminated in this order on a base substrate, and a pattern is formed on the second layer organic film, with it as a mask, the second layer metallic film is dry etched, and, further with an obtained pattern as a mask, the first layer metallic and organic films are dry etched.

CONSTITUTION: On the Si substrate 1, a polyimide film 2 is spin-coated and applied to a high temperature baking treatment, and thus a carbon film 21 and an Al film 22 are evaporated by lamination thereon. Next, on the film 22, a fixed shaped resist pattern 4 is provided, and, with it as a mask, the film 22 is changed into a medium mask 23 by a sputter etching used with CF₄ gas, then, with it as a mask, the film next the film 2 are treated by an O₂ ion beam etching, accordingly a polyimide pattern 6 is obtained. Thus, without the exfoliation of Al film and carbon film patterns, a submicron order fine pattern is formed.



⑯ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—114428

⑬ Int. Cl.³
H 01 L 21/30
21/302

識別記号
厅内整理番号
7131—5F
8223—5F

⑭ 公開 昭和58年(1983)7月7日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑮ 微細パターン形成方法

⑯ 特 願 昭56—210335

⑰ 出 願 昭56(1981)12月28日

⑱ 発明者 岡田浩一

東京都港区芝五丁目33番1号

本電気株式会社内

⑲ 発明者 柏植久尚

東京都港区芝五丁目33番1号
本電気株式会社内

⑳ 出願人 日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目33番1号

㉑ 代理人 弁理士 内原晋

明細書

発明の名称 微細パターン形成方法

特許請求の範囲

下地基板上に、第一層有機膜、第一層金属膜、第二層金属膜、第二層有機膜をこの順番に形成する工程と、前記第二層有機膜にパターンを形成する工程と、前記パターンをマスクとして用いて前記第二層金属膜をドライエッティングして該金属膜パターンを形成する工程と、前記金属膜パターンをマスクとして用いて前記第一層金属膜並びに前記第一層有機膜をドライエッティングして該エッティングパターンを形成する工程とを含むことを特徴とする微細パターン形成方法。

発明の詳細な説明

本発明は、LSIの電子作製技術等に適用可能なミクロンあるいはサブミクロンルールの微細パターン形成方法に関するものである。

近年、組LSIデバイスの開発に対する要求は益々高まり、それに用いられるパターンも微細化の傾向をさらに強めている。1μm程度、あるいはそれ以下のサブミクロンのパターンが必然的に要求されてきている。このような微細パターン領域において、十分な膜中の制御、高解像度、並びに十分なステップカバレッジを得ることが重要である。ところが、これらは必ずしも排他的である。十分なステップカバレッジを得るには、厚いレジストが必要であるが、高解像度は薄いレジストにおいて容易に得ることができる。ほとんど全てのレジストにおいて、高解像度と十分な膜中の制御を得るには、平坦な表面と薄いレジストであることが理想的な条件である。平坦な表面は、整布されたレジストの膜厚が一律であることを保証し、パターンニングされたレジストの膜中に変化が生じない。ところが、ステップを横切るように整布されたレジストの場合は、レジストの厚さに大きな変化が生じ、パターンニングされたレジストパターンの膜中の十分の制御を得るととは非常に難しい。

例えば、ステップの上のレジストの膜厚が薄くなっている状態において電子線描画においてパターンニングをした場合は、いわゆる近接効果によつて、薄いレジストの場所と厚いレジストの場所においてパターンニング形状が異なることはよく知られている。これらの問題を解決するために、いわゆる多層膜レジスト技術が試みられている。代表的なものを第一図に示す。例えば1979年に発行された刊行物ジャーナル・オブ・バキュウム・サイエンス・アンド・テクノロジー (Journal of Vacuum Science and Technology), 第16巻, 第6号, 1620~1624頁に同様の図が載っている。

(1) Siウェハー1上に膜厚2~3μmの基板のフットレジスト2がスピンドルコーティングされる。厚さ0.1μmの中間層であるSiO₂膜3が、薄いレジスト2上にプラズマデポジットされる。ネガの1μm厚高感度X線レジストがSiO₂膜3上に形成される。X線露光によって最上層であるX線レジストが露光され、現像後、最薄膜厚0.45μmのレジストパターン4が得られる。(2) レジストパターン4

をマスクとして、SiO₂膜3がCHF_xガスを用いた反応性イオンエッティングによってエッティングされ、中間マスクであるSiO₂パターン5が形成される。(3) SiO₂パターン5をマスクとして、薄いレジスト2がO₂ガスを用いた反応性イオンエッティングによって、エッティングされ薄いレジストパターン6が形成される。このような多層膜技術は次のような特長を有し前述の課題に対する一つの処法を与える。薄いレジスト膜の分布によって、Si基板上の1μm程度の凹凸に影響されない平坦なレジスト面を得ることができる。最上層のレジストとしては、薄い中間層をドライエッタする際の耐性さえ持てば十分であるので、膜厚をかなり薄く(例えば1000~4000Å程度)できる。薄いレジストの場合には、前述したように微細パターンの形成がより容易である。例えば電子線描画の場合、膜厚の薄い高感度レジスト(PMMA等)を用いれば、近接効果の影響が少くなるので、サブミクロン領域の微細パターンの形成も容易に行うことができる。またこのとき、下地が薄いレジスト膜であることは、

該基板からの反射電子の影響が低減され、近接効果が軽減されるので、微細パターンの形成にとって有利である。

しかしながら、このようを従来技術は次のような欠点を有している。それは中間マスクとして絶縁膜であるSiO₂膜を用いていることである。絶縁膜であるために、電子、イオン等のチャージアップが生じる。最上層のレジストのパターンニングには、微細パターン描画に最も適した電子線露光法が使われることが多い。電子線露光の際にSiO₂膜に電子のチャージアップが生じると、それらの余剰の電子によってレジストに崩壊、焦着等の反応が起り、パターンニングの精度(特に微細パターンの精度)を損うこととなる。さらに、中間マスクを用いてドライエッティング法によって、最下層の薄いレジストパターンを形成するときにも問題が生じる。ドライエッティングとしては異方性エッティングが可能な反応性イオンエッティング、イオンビームエッティング等が採用されるが、これらのエッティングにおいてはイオンが主要な役割を演

じる。イオンであるから、絶縁膜であるSiO₂膜でのチャージアップが起り、パターン加工精度が悪くなる。すなわちマスクにチャージアップが生じると、照射されるイオンの軌道に影響を与えパターン加工精度を低下させる。この効果は特に微細の微細パターン間で大であり、重大な問題点であると言わざるを得ない。

本発明者は、従来技術の上記の欠点を除去するため、次の新技術を試みた。構成は既に第1図と同様であるが、絶縁膜の中間層の代りに、金属膜を導入することを検討した。実施した一例を同じく第1図を参照して説明する。(1) Siウェハー1上に、膜厚(1μm以上)のポリイミド膜2をスピンドルコーティングし、250°C以上の高温ベーベンング処理をする。ポリイミド膜上全面にAl3を1000~2000Å真空蒸着する。Al膜上に電子線露光用レジスト、例えばPMMAをスピンドルコーティングし、電子線露光によって必要なレジストパターン4を得る。

(2) レジストパターン4をマスクとして、反応性スペッタエッティング(例えばCO₂ガスを用いる)に

特開昭58-114428(3)

よってAI-3をエッティングして、ポリイミド膜をエッティングするためのAIの中間マスクパターン5を得る。(3) AIパターン5をマスクとして、例えば酸素イオンビームエッティングによって、ポリイミドパターン6を得る。この多層膜技術においては、金属膜であるAI膜を用いているため、前述の問題点は解決できる。

ところが、上記の新プロセスを検討中に、本発明者達は、重大な問題点がこのプロセスの中にありますと見出した。レジストに描画されたパターンをマスクとして、反応性スペッタエッティングによってAIをエッティングする。エッティング後は、通常、AIの化合物等からなる残さがAIパターン部を除いたウェーハー全面に残る。このAIの残さは、大きさ数ミクロン程度のものから極く微細なものまで様々であり、点状に散在している。成分としてAIを含んでいるため、この後のドライエッティングプロセスでポリイミドをエッティングすると、AIの残さがマスクとして働き、柱状の形状をしたポリイミドが点在して残る。本来全て取り除かれる

べき場所に残るこれらの柱状のポリイミドが存在しては、完全なポリイミドパターン6(第1図)が得られたと言えないことは言うまでもない。そこで、AIの反応性スペッタエッティングの後に、AIの残さを除去することが必須となる。AIの残さが除去できれば上記の柱状のポリイミドは生じないわけである。AIの残さを除去するための方法を種々検討した結果、通常の光学露光に用いるレジストの耐溶剤性(AZリムーバー1112A)を算水で薄めたものが有効であることが分った。該溶液中にサンプルを浸漬して超音波洗浄を數十秒程度施すと、AIの残さが全て除去されることが分った。ところが、このAIの残さ処理工程において、次の重大な問題点が生じた。それはAIのパターンの割れの問題である。すなわち必要なAIのパターンが割れてしまい、特に1μm以下の微細パターンにおいてこの傾向が強いという結果が得られた。マスクパターンを構成するAIのパターンが割れてしまつては致命的であり、重大な問題点であると言わざるを得ない。

本発明の目的は、微細パターン形成方法の一つの有力な方法である従来の多層膜技術のチャージケープの欠点を解消し、かつ中間金属膜マスクパターンの剥離等を防止し、あるいは下層の有機膜を保護した微細パターン形成方法を提供することにある。

本発明によれば、下地基板上に、第一層有機膜、第一層金属膜、第二層金属膜、第二層有機膜をこの順番に形成すること、前記第二層有機膜にパターンを形成すること、前記パターンをマスクとして用いて前記第二層金属膜をドライエッティングして該金属膜パターンを形成すること、及び前記金属膜パターンをマスクとして用いて前記第一層金属膜並びに前記第一層有機膜をドライエッティングして該エッティングパターンを形成することから成る微細パターン形成方法が得られる。

以下本発明について実施例を示す図面を参照して説明する。第2図は、一実施例を示すドライエッティング法による有機膜パターン形成プロセスである。(1) 81ケーヘー1上に、厚膜(2μm以上)

のポリイミド膜2をスピンドル布し、250°C以上の高温ベーリング処理をする。ポリイミド膜上全面にC(カーボン)膜21(厚さ約500~1000Å位)、AI膜22(厚さ1000~2000Å位)から成る二層膜を真空蒸着する。AI膜上に電子線露光用レジスト、例えばPMMAをスピンドル布し、電子線露光によって必要なレジストパターン4を得る。即ちレジストパターン4をマスクとして、反応性スペッタエッティング(例えばCF₄ガスを用いる)によってAI22をエッティングして、ポリイミド膜をエッティングするためのAIの中間マスク23を得る。

(2) AI中間マスクパターン23をマスクとして、例えば酸素イオンビームエッティングによって、C(カーボン)膜、ポリイミド膜をエッティングして、ポリイミドパターン6を形成する。

例えばCF₄ガスを用いたAIの反応性スペッタエッティングによって、AIの中間マスク23を得る際に、C(カーボン)膜は数百Åエッティングされるが、未エッティングのC(カーボン)膜21が数百Å以上ポリイミド膜上全面に残る。このCカーボン

ポン膜がAIの残さ処理工場における処理液に対するポリイミド膜の耐性を増強するので、前述の最大の問題点であるAIの割れを阻止できる。ポリイミド膜は、上記のようなマスクパターン変換プロセスにおいて非常に有用な有機膜であるが、アルカリ溶液に対して耐性が少いことが知られている。前述のレジストの剥離液を純水で洗めた残さ処理液もアルカリ性であるが、本残さ処理液に対するポリイミド膜の耐性を検討した。その結果、ポリイミド膜を残さ処理液に浸漬し超音波洗浄した場合、ポリイミド膜がかなりの程度に膨潤することが分った。單に純水に浸漬した場合と比較して数倍以上の膨潤であった。しかも数十秒程度の浸漬時間でも相違を察測が生じることが分った。そこで、ポリイミド膜の残さ処理液に対するこのようないかだたき性の弱さが、残さ処理時ににおけるAIの割れの主原因であろうと考え、ポリイミド膜を残さ処理液に対して直接さらさないようにするためにC膜を新たにポリイミド膜とAI膜との間に挿入した。C膜はAIの反応性スペッタエッテン

グ時において、AIに比べてはるかにエッティング速度が遅いので、多少のオーバーエッティングの状態（通常のエッティング条件である）でエッティングを終了しても、十分の厚さのC膜がポリイミド膜上全面に残る。C膜の効果を示したのが図3である。挿入されたC膜の厚さに対するAIの残さ処理工場におけるAIパターンの割れの割合を示している。図から、470Å厚、あるいは950Å厚のC膜を挿入した場合は、全くAIパターンの割れが生じないことが分かる。逆にC膜を挿入しない場合は、かなりのAIパターンの割れが生じていることが分かる。ここで言うAIパターンの割れは、主として1Åm比下の微細AIパターンの割れのことであり、現象的には、AIパターンがポリイミド膜との接着面(界面)からそのままの形状で剥れてしまう現象である。AIパターンの割れの割合が大きな巾をもっているのは、複数した多数のチップにおけるAIパターンの割れが図のような大きなバラツキをもっていることを意味している。図で、C膜挿入サンプルはAI(膜厚約1000Å)/C膜/ポリイミド

(膜厚約1.2Åm)の構造であり、C膜無しのサンプルは、この構造でC膜をぬいた構造である。また残さ処理液としては、通常の光学露光用に用いるレジストの剥離液(アクリルエーハー1112A)を純水で1:1に混めたものを用い、超音波洗浄の時間は1分であった。図3から、C膜挿入の効果は非常に明白である。AI膜、C膜という金属膜の導入によってチャージアップを防止でき、さらにC膜のAIパターン割れの防止効果が明白であるから、本発明の目的は達成される。なお、AI中間マスクが形成された後は、例えば酸素イオンミリングによってC膜、ポリイミド膜をエッティングして、ポリイミドパターン6(図2)を得ることができる。酸素イオンミリングにおけるAI膜、C膜、ポリイミド膜のエッティング速度は、酸素圧力 2×10^{-4} Torrの条件において、45Å/分、750Å/分、2500Å/分であるので、約1000Å位上の膜厚のAIマスクで十分C膜、ポリイミド膜をエッティングでき、所望のポリイミドパターン6を得ることができる。

以上の本発明の説明において、中間金属膜としてAIを例にとって説明してきたが、Ti、Si、Mo、Cr等の他の金属膜を使用した場合も本発明の範囲内である。2層構造の例としてはC膜、AI膜の二層構造を例にとって説明してきたが、Ti/C、Si/C、Mo/C、Cr/C、あるいはAI/Cr、Ti/Cr、Si/Cr、Mo/Cr等の二層構造等も本発明の目的にかなうことができ、本発明の範囲内である。またドライエッティングとしては反応性スペッタエッティングを例にとって説明してきたが、本発明はスペッタエッティング、反応性イオンビームエッティング、イオンビームエッティング等のいわゆる異方性エッティングの可能をドライエッティングを適用した場合も本発明の範囲内である。

さらに本発明を適用するならば、第一に超微細パターン形成のためのより技術的に複雑な微細パターン形成方法を得ることができ、第二に通常ドライエッティング工程において生じることを削除し難い残さの発生を克服したドライエッティング工程を含むより適用範囲の広い微細パターン形成方法を

得ることができ、第三に本プロセスを種々のリフトオフ法、あるいは金属マスク用の型として用いる等の応用によって、種々の微細パターンを有するデバイスの作製へ適用することができ、第四に特に超薄膜基板で高アスペクト比の有機膜パターンを用いる応用分野への適用を可能とすることができる。

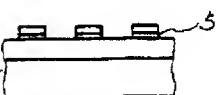
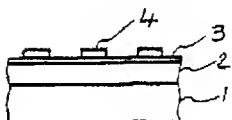
図面の簡単な説明

第1図は従来の多層構造技術を示す図、第2図は本発明にかかる多層構造技術による微細パターン形成方法を示した図、第3図はC膜の厚さに対するAlパターンの剥れを示した図である。

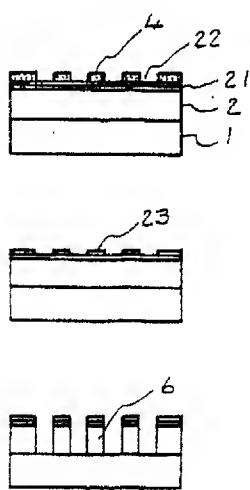
図において、1はSiウェハー、2是有機膜、3はSiO₂膜あるいはAl膜、4はレジストパターン膜、5は中間マスクパターン、6は有機膜パターン、21は蒸着C膜、22は蒸着Al膜、23はAl中間マスクパターンを示す。

代理人 九里山 内原 晋
公印

第1図



第2図



第3図

